

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 03-245122
 (43)Date of publication of application : 31.10.1991

(51)Int.Cl.

G02F 1/1335
 G02F 1/1339
 G08F 9/30
 G09F 9/35

(21)Application number : 02-041019
 (22)Date of filing : 23.02.1990

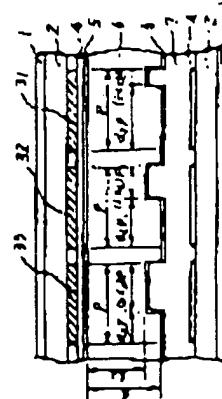
(71)Applicant : HITACHI LTD
 (72)Inventor : FURUSAWA TAKEAKI
 SAKATA SHINJI
 KASAI KENICHI
 SAKATA HIROSHI
 SAITO NAOTO
 OTA HIROYUKI
 MATSUMOTO SHINZO
 OIDA ATSUSHI

(54) LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To minimize the difference in the transmittance of light by a difference in colors and to prevent coloring at the time of a black display by forming ≥ 2 kinds of parts which vary in gap thickness in one display picture element of a liquid crystal cell.

CONSTITUTION: Polarizing plates 1, glass substrates 2, transparent electrodes 4, a protective film 7, oriented films 5, color filters red 31, green 32, blue 33 are disposed and a nematic type liquid crystal is injected into the space therebetween. The protective film 7 is formed with steps. The one display picture element is divided to the parts of the two gap thicknesses; d1 and d2. If the ratio of the area of the part of the large gap thickness to one picture element is designated as a, the a is changed by each color to aR with the picture element of the color filter red, aG with the green picture element and aB to the blue picture element to the relation aR>aG>aB. The gap thicknesses are provided by ≥ 2 kinds and the ratio of the area of the parts where the gap thickness varies to the area over the entire part of the picture element is adjusted by each color of the picture elements to minimize the difference in the transmittance per color of the picture elements, by which the coloring at the time of the black display is suppressed.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision]

Japanese Laid-open Patent Publication No. 03-245122/1991
(Tokukaihei 03-245122) (Published on October 31, 1991)

[MEANS TO SOLVE THE PROBLEMS]

The foregoing object can be achieved by forming at least two kinds of parts which vary in gap thickness in one display pixel of the liquid crystal area. Further, the following will explain the present invention in detail.

(1) A liquid crystal element comprises liquid crystal cells each of which has a display pixel whose liquid crystal area is broken into at least two portions varying in gap thickness, areas of the two portions being determined with a ratio which varies depending on a color of the display pixel.

(2) In cases where the liquid crystal cells have display pixels of three primary colors: Red, Green and Blue, the liquid crystal area is broken into two portions different in gap thickness, and the difference of gap thickness between the respective portions are specified in each color to satisfy Red>Green>Blue.

Further, in the present invention, the gap thickness refers to a length of a portion of liquid crystal where the light is transmitted. However, in the case of having a spacer for fixing the thickness of the liquid crystal, the length includes the light transmission area of the spacer.

Further, the area of the portion with a gap thickness refers to a certain area in one display pixel where the light is transmitted through a protection film to be actually displayed, after the light is transmitted through a liquid crystal having a specific gap thickness or having a spacer.

[EFFECT]

The transmittance T of liquid crystal is denoted by the following formula.

$$T = \frac{\sin^2 \left\{ \frac{\pi}{2} (1 + X^2)^{\frac{1}{2}} \right\}}{(1 + X^2)} \quad \dots(1)$$

$$X = \frac{2\Delta n d}{\lambda} \quad \dots(2)$$

Where Δn expresses reflectivity aeolotropy of liquid crystal, d expresses gap thickness of a liquid crystal cell, and γ expresses wavelength of transmission light.

Since Δn seldom depends on wavelength, the transmittance T only depends on the values of γ and d. Here, when a display pixel has plural gap thicknesses (n kinds of gap thickness), which are expressed by d_i ($i=1, n$), and that the ratio of each thickness to the whole area of the pixel is expressed by a_i ($i=1, n$), the average transmittance of a pixel may be found by the following

formula.

$$T = \sum_{i=1}^n \frac{\alpha_i \sin^2 \left\{ \frac{\pi}{2} (1 + X_i^2)^{\frac{1}{2}} \right\}}{(1 + X_i^2)}$$

... (3)

$$X_i = \frac{2\Delta n d_i}{\lambda}$$

... (4)

In the foregoing formula, T changes depending on the value of γ ; however, it is possible to obtain the optimal transmittance by selecting an appropriate pair of α_i .

[EMBODIMENT]

One embodiment of the present invention is described below with reference to Figures 1 and 2.

Figure 1 shows a liquid crystal display element of a twisted-nematic liquid crystal color display device. The liquid crystal display element is made up of a polarizing plate 1, a glass substrate 2, a transparent electrode 4, a protection film 7, an alignment film 5, and color filters 31(R), 32(G) and 33(B), which are placed as in Figure 1. With this structure, nematic liquid crystal is injected between these members. The protection film includes portions different in levels, and each display pixel of the liquid crystal element is broken into two portions D₁ and

D_2 which differ in gap thickness. When the ratio of the area having a larger gap thickness to the whole area of one pixel is expressed by α , the areas of the respective colors, which are denoted by α_R for Red, α_G for green and α_B for blue, are varied to satisfy $\alpha_R > \alpha_G > \alpha_B$. Each polarizing plate is placed with the same polarizing direction, and the alignment film 5 creates an angle of 90°C or larger between the upper layer and the layer.

The transmittance becomes maximum when a voltage is applied to the transparent electrodes, and becomes minimum when the voltage application is stopped. However, as shown in the formulas (1) and (2), the transmittance depends on wavelength. Figure 2 shows the relation between the transmittance T and $\Delta n d$ (Δn expresses reflectivity anisotropy of liquid crystal and d expresses gap thickness of a liquid crystal cell). With reference to the figure, it is revealed that the value of $\Delta n d$ at $T=0$ changes with a change of λ . Since Δn is a constant, the transmittance T of light having a wavelength depends on the gap thickness d . Here, Table 1 shows transmittance of each wavelength where the gap thickness is unified.

特許出願公報

⑩日本国特許庁(JP)

⑪特許出願公開

⑫公開特許公報(A) 平3-245122

⑬Int.CI.*

G 02 F 1/1335
1/1338
G 09 F 8/30

優別記号

5 0 5
5 0 0
3 1 5

厅内整理番号

8108-2H
9018-2H
8621-5G*

⑭公開 平成3年(1991)10月31日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全5頁)

⑮発明の名称 液晶表示装置

⑯特 願 平2-41019

⑰出 願 平2(1990)2月23日

⑱発明者 古沢 文晴 千葉県茂原市早野3300番地 株式会社日立製作所茂原工場内

⑲発明者 坂田 信二 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

⑳発明者 立井 敏一 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

㉑発明者 坂田 覧 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

㉒出願人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

㉓代理人 弁理士 小川 勝男 外1名

最終頁に続く

明細書

1. 発明の名称

液晶表示装置

2. 特許請求の範囲

1. 液晶セル内の、液晶の占める部分のギヤップ厚さを一つの表示画面につき二種類以上変え、それぞれの表示画面内におけるギヤップ厚の異なる部分の面積の比を、表示画面の色別ごとに変化させることを特徴とする液晶表示装置。

3. 発明の詳細な説明

〔背景上の利用分野〕

本発明は、液晶内の通過光の制御において画面ごとで固有の波長の光を制御する際に、それぞれの画面において最適な透過率を設定できる液晶表示装置に関するもの。

〔従来の技術〕

従来の装置は、特開昭60-159830号公報に記載のように、赤、緑、青の膜にギヤップ厚が小さくなるように変化させて、どの色に対しても電圧無印加時の透過率を最小限におさえている。又、特

開昭63-291031号公報に記載されている例では、一つの表示画面内で保護層に段差を形成し、三種のギヤップ厚を設けることにより、色の違いによる透過率の差を小さくしている。

〔発明が解決しようとする課題〕

前述の例は、色の違いによる液晶セルの光の透過率の差を小さくし、黒色表示時の色つきをなくすのに有効である。本発明者は、色の違いによる光の透過率の差を小さくするための方法として、前述の方針よりさらに簡単な方法を提供する。

本発明の目的は、液晶セルのカラー表示において黒色表示時の色つきを最小にすることである。

〔課題を解決するための手段〕

上記課題は、液晶セルの一つの表示画面において二種類以上のギヤップ厚の異なる部分を形成することにより達成できる。更に、本発明の構造を示せば以下の通りである。

(1) 液晶セル内の、液晶の占める部分のギヤップ厚を一つの表示画面につき二種類以上変え、それぞれの表示画面内におけるギヤップ厚の異なる

特開平3-245122 (2)

る部分の面積の比を、表示面積の色ごとに変化させた液晶表示素子。

(2) 液晶セルの表示面積の色が、赤、緑、青の三原色の場合、ギャップ厚を二段階設定し、ギャップ厚の大さい部分の面積の比を、赤>緑>青の順とした液晶表示素子。

更に、本発明で、ギャップ厚とは、通過光が通る液晶の部分の長さのことを示す。ただし、液晶層の厚さを固定するスペーサがある場合、その中を通る距離も含む。

又、あるギャップ厚を持つた部分の面積とは、ある一つの表示面積内の、指定のギャップ厚の液晶あるいはスペーサを通して、実際に表示される光が、保護膜を通過する範囲を示す。

〔作用〕

液晶の通過率Tは次式で示される。

$$T = \frac{\sin^2 \left\{ \frac{\pi}{2} (1 + X_i^{-1})^{\frac{1}{2}} \right\}}{\sum_{i=1}^n (1 + X_i^{-1})} \quad \cdots (1)$$

$$X_i = \frac{2 \Delta n d}{\lambda} \quad \cdots (2)$$

ここで、 Δn は液晶の屈折率異方性、 d は液晶セルのギャップ厚、 λ は通過光の波長である。 Δn はほとんど波長依存がないため、通過率Tは λ と d の値によって決まる。ここで一つの表示面積におけるギャップ厚を複数種(n 種類)設け、それぞれ d_i ($i = 1, n$)とし、それぞれの面積の一画素全体の面積に対する比を a_i ($i = 1, n$)とすると、一画素の平均の通過率は次式で表せる。

$$T = \frac{\sum_{i=1}^n a_i \sin^2 \left\{ \frac{\pi}{2} (1 + X_i^{-1})^{\frac{1}{2}} \right\}}{\sum_{i=1}^n (1 + X_i^{-1})} \quad \cdots (3)$$

$$X_i = \frac{2 \Delta n d_i}{\lambda} \quad \cdots (4)$$

上式で λ が異なると、Tの値も変化するが、通常な λ の組を用ぶことにより、最大を通過率を用ぶ事が可能となる。

〔実施例〕

以下、本発明の一実施例を第1図および第2図

により説明する。

第1図に、ツイステッド・ネマティック型液晶カラー表示装置の液晶表示素子を示す。偏光板1、グラス基板2、透明電極4、偏振膜7、配向膜5、カラーフィルタ(赤)3-1、(緑)3-2、(青)3-3を、第1図の順に配置し、その間の空間に、ネマティック型液晶を注入する。偏振膜は、散差が形成されており、一つの表示面積を、 d_1 と d_2 の二つのギャップ厚の部分に分けている。ギャップ厚の厚い部分の面積の、一つの面積に対する割合を a とすると、カラーフィルタ(赤)の面積では、赤、緑は a_1 、青は a_2 と色ごとに a を変化させており、 $a_1 > a_2 > a_3$ という関係になつていて。偏光板の偏光方向は同一方向に配置しており、配向膜5は上と下で、配向の方向が、 90° 、あるいは、それ以上の角度を成すように設定している。

透明電極間に電圧を印加させた状態で、通過率は最大となり、電圧を無印加にすると、通過率は最小となる。しかし、通過率は、式(1)、(2)で示したように、波長に依存する。第2図に通過率T

と $\Delta n d$ (Δn : 液晶の屈折率異方性、 d : 液晶セルのギャップ厚)の関係を示す。 λ が異なるとTが零となる $\Delta n d$ も異なる事がわかる。 Δn は定数であるのである波長 λ の光の通過率Tはギャップ厚 d に依存することがわかる。ギャップ厚に段階を設け一画素にギャップ厚にした場合の波長ごとの通過率を表1に示す。

特開平3-245122(3)

表1に示す様にギヤツブ厚が一つのみの場合、透過率が波長によって異なり、透過率の大きい波長によって色付現象が起る。

一方、第1図における d_1 、 d_2 を、 $\Delta n d_1 = 0.440$ 、 $\Delta n d_2 = 0.502$ となるように設定し、表1に示す a_R 、 a_G 、 a_B を表2に示す値を選ぶと、各面の透過率は表2に示す様に、赤は0.828%、緑は0.803%、青は0.814%となり、最大値と最小値の差は0.022%になる。この値は一層薄いギヤツブ厚の場合に比べ、百分の一であり黒色表示時の色付現象を非常に小さく抑えることができる。

表 2

	$a(\Delta n d_1 = 0.502)$	透過率T(%)
赤($\lambda = 0.61 \mu m$)	$a_R = 0.88$	0.828
緑($\lambda = 0.55 \mu m$)	$a_G = 0.15$	0.803
青($\lambda = 0.47 \mu m$)	$a_B = 0.0$	0.814

$\Delta n d_1$ 、 $\Delta n d_2$ 、 a_R 、 a_G 、 a_B は次に述べる方法で決定する。第2図の一部を拡大したもの

表 1

$T_{R1}-T_{R2}$ 最大値と最小値の差	3.75	2.20	4.77
$T(\lambda)$	0.61	2.26	5.13
$T(\lambda=0.61 \mu m)$	0.88	0.08	0.38
$T(\lambda=0.55 \mu m)$	4.56	2.26	0.36
$T(\lambda=0.47 \mu m)$	0.440	0.465	0.502

を第3図に示す。まず $\Delta n d$ によって決まる透過率Tの上限値を決める。上限値を1%とするとき第3図に示す範囲のより下の部分が許容範囲となる。この場合、青色では、 $0.374 \leq \Delta n d \leq 0.444$ 、緑色では $0.438 \leq \Delta n d \leq 0.518$ 、赤色では $0.486 \leq \Delta n d \leq 0.578$ となる。この範囲で、 d_1 、 d_2 の二種類のギヤツブ厚は第3図に示す H_R と H_G の重なる範囲、及び H_G と H_B の重なる範囲の $\Delta n d$ に対応する必要がある。なぜならば、赤緑青の各面について透過率の平均値が1%以下であるためには、赤・緑・青の波長に対して、 d_1 、 d_2 のどちらかが透過率が1%以下の必要があるからである。上限値を1%とした時に、上に述べた事から、 $\Delta n d_1$ 、 $\Delta n d_2$ の範囲は $0.486 \leq \Delta n d_1 \leq 0.518$ 、 $0.438 \leq \Delta n d_2 \leq 0.444$ となる。透過率の上限値を0.84%とした時、第3図の範囲で示す様に、 H_R と H_G の重なる範囲は $\Delta n d = 0.440$ の一点のみとなり、これ以上、上限値を下げることはできない。そこで、 $\Delta n d_1 = 0.44$ と決め

$\Delta n d_1$ の範囲は、上限値が0.84%の時の H_R と H_G の重なる範囲とし、計算した結果、 $0.489 \leq \Delta n d_1 \leq 0.515$ となつた。式(3)の中の $\Delta n d_1$ 、 $\Delta n d_2$ は決定しているので一面の平均の透過率Tは a と d_1 の関数と考えられ、次式のようにおける。

$$T = \frac{a \sin^2 \left\{ \frac{\pi}{2} \left[1 + \left(\frac{2 \Delta n d_1}{\lambda} \right)^2 \right] \right\}}{\left\{ 1 + \left(\frac{2 \Delta n d_1}{\lambda} \right)^2 \right\}} + \frac{(1-a) \sin^2 \left\{ \frac{\pi}{2} \left[1 + \left(\frac{2 \Delta n d_2}{\lambda} \right)^2 \right] \right\}}{\left\{ 1 + \left(\frac{2 \Delta n d_2}{\lambda} \right)^2 \right\}}$$

$$= f(a, d_1) \quad \cdots (5)$$

青色の場合、 $T_B = f(a_B, d_1)$ は、 $\Delta n d_1$ の範囲では $a_B = 0$ の時、最小値0.814%となるので、 $a_B = 0$ に決定する。黒色表示時の色付現象をなくすためには、他の T_R 、 T_G が T_B に近い程度いので、

特開平3-245122 (4)

$$T_x = f(a_n, d_1) = 0.814$$

$$T_y = f(a_n, d_1) = 0.814$$

となる。すな、 a_n, d_1 ($0.489 \leq a_n d_1 \leq 0.516$) を求める。この場合、簡便な方法として、 $\Delta n d_1$ の値として、第3図に示すグラフの縦と横のグラフの交点となる値を讀んだ。このようにして求まつた値を第2に示す。

第4図に保護膜の形状の別の例を示す。第1図に示した例は、段差が一つであるが、第4図の様に、段差を増やしても、ギャップ厚の薄い部分と厚い部分の面積の比が、第1図に示した場合と同じである限り、同様の効果を得られる。一つの面積内の段差の間隔は、第4図に示す様に必ずしも規則的である必要はない。

(発明の効果)

本発明によれば、カラー表示用液晶セルの一つの面素におけるギャップ厚を二種類以上設け、ギャップ厚の異なる部分の面積の一画面全体の面積に対する比を面素の色ごとに調節し、面素の色ごとの透過率の差を最小にし、黒色表示時の色付現

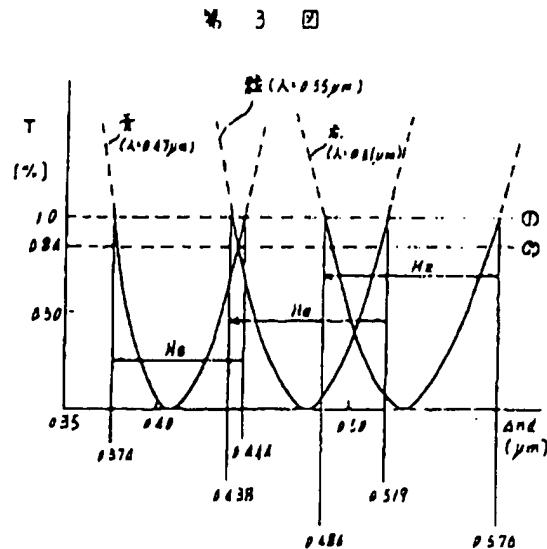
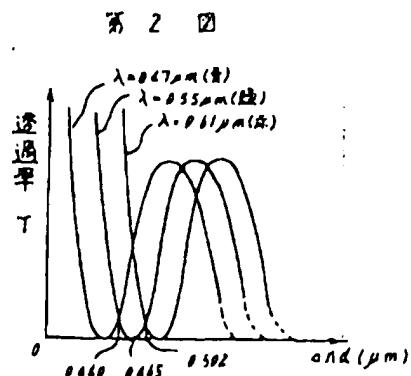
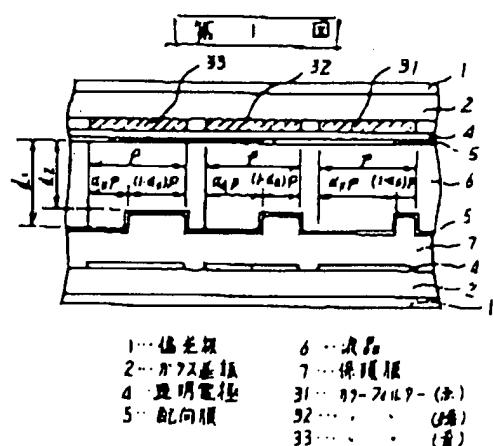
象を抑えることができる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例である液晶カラー表示装置の最小単位部の概断面図、第2図は透過率 T と $\Delta n d_1$ の関係を、三種類の波長(赤、緑、青)についてグラフ化した説明図、第3図は第1図の一節を拡大した説明図、第4図は本発明の他の実施例である液晶カラー表示装置の最小単位部の概断面図である。

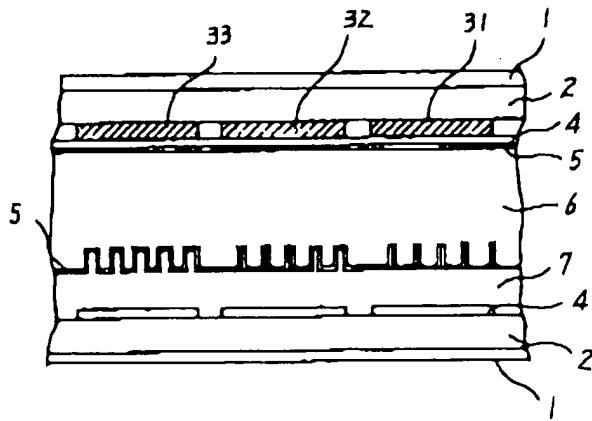
1…偏光板、2…ガラス基板、4…透明電極、5…配向膜、6…液晶、7…保護膜、31…カラーフィルタ(赤)、32…カラーフィルタ(緑)、33…カラーフィルタ(青)。

代理人弁護士 小川勝男



特開平3-245122(5)

第 4 図



第1頁の続き

⑤Int.Cl. ⁴	識別記号	庁内整理番号
G 09 F 9/35	3 4 5	8621-5G
⑥発明者 斎藤 直人		茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内
⑥発明者 太田 裕之		茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内
⑥発明者 松本 信三		千葉県茂原市早野3300番地 株式会社日立製作所茂原工場内
⑥発明者 大井田 淳		千葉県茂原市早野3300番地 株式会社日立製作所茂原工場内